

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



#  
D  
1-202

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 09 032.3

**Anmeldetag:** 24. Februar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Merck Patent Gesellschaft mit beschränkter Haftung,  
Darmstadt/DE

**Bezeichnung:** Fluoralkylphosphat-Salze und Verfahren zur Herstellung dieser Substanzen

**IPC:** C 07 F, C 07 D, C 08 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. November 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Waasmaier

**M rck Pat nt G s llschaft**  
**mit beschränkter Haftung**  
**64271 D a r m s t a d t**



**Fluoralkylphosphat-Salze und Verfahren zur**  
**Herstellung dieser Substanzen**

## **Fluoralkylphosphat-Salz und Verfahren zur Herstellung dieser Substanzen**

5 Die vorliegende Erfindung betrifft Fluoralkylphosphat-Salze sowie Verfahren  
zu ihrer Herstellung. Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung Gemische,  
die die erfindungsgemäßen Fluoralkylphosphat-Salze enthalten sowie die  
Verwendung dieser Salze bzw. dieser Gemische in Elektrolyten, primären  
Batterien, sekundären Batterien, Kondensatoren, Superkondensatoren oder  
10 galvanischen Zellen.

Die Verbreitung von tragbaren elektronischen Geräten, wie z.B. Laptop und  
Palmtop-Computern, Mobiltelefonen oder Videokameras und damit auch der  
Bedarf nach leichten und leistungsfähigen Batterien hat in den letzten Jahren  
15 weltweit dramatisch zugenommen.

Angesichts dieses sprunghaft gestiegenen Bedarfs nach Batterien und den  
damit verbundenen ökologischen Problemen kommt der Entwicklung von  
wiederaufladbaren Batterien mit einer langen Lebensdauer eine stetig  
20 wachsende Bedeutung zu.

Seit den frühen neunziger Jahren werden wiederaufladbare  
Lithiumionenbatterien kommerziell angeboten. Die meisten dieser Batterien  
arbeiten mit Lithiumhexafluorophosphat als Leitsalz. Dieses Lithiumsalz stellt  
25 jedoch eine extrem hydrolyseempfindliche Verbindung mit einer geringen  
thermischen Stabilität dar, so daß die entsprechenden Lithiumbatterien  
aufgrund dieser Eigenschaften des Salzes nur durch sehr aufwendige und  
somit auch sehr kostenintensive Verfahren hergestellt werden können.  
Die Empfindlichkeit mindert zudem die Lebensdauer sowie die Leistung dieser  
30 Lithiumbatterien und beeinträchtigt auch deren Einsatz unter extremen  
Bedingungen, wie z.B. hohen Temperaturen.

Es wurden daher für Lithiumbatterien als Leitsalze in Elektrolyten von Hochenergie-Lithiumbatterien Lithium-perfluoroalkylfluorophosphate entwickelt, die gegenüber dem herkömmlichen  $\text{LiPF}_6$  bessere chemische und elektrochemische Stabilitäten und eine hohe Entladungseffizienz aufweisen.

- 5 Die hohe Hydrolysestabilität von Lithium-perfluoroalkylfluorophosphaten macht sie interessant als starke Lithiumbatterien in elektrischen Fahrzeugen (M. Schmidt, U. Heider, A. Kühner, R. Oesten, M. Jungnitz, N. Ignat'ev, P. Sartori, J. of Power Sources (accepted), WO 98/15562 (Merck KgaA), P 100 08 955.0 (Merck KgaA), N. Ignat'ev and P. Sartori, J. of Fluorine Chem., 101 (2000), p. 10 203-207).

Der Nachteil dieser Substanzen liegt in ihrem hohen Molekulargewicht und des daraus resultierenden geringen Anteils  $\text{Li}^+$ -Kationen pro Gewichtseinheit Leitsalz.

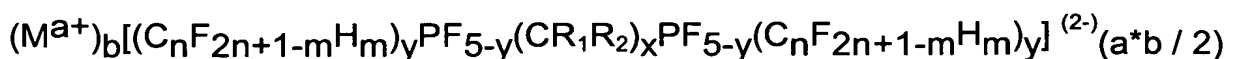
- 15 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand daher in der Bereitstellung von stabilen Leitsalzen mit einem höheren Anteil an Kationen pro Gewichtseinheit Leitsalz.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung war es auch, die Lebensdauer und die Leistung von primären und sekundären Batterien, Kondensatoren,

- 20 Superkondensatoren und/oder galvanischen Zellen zu verlängern bzw. zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch die Bereitstellung von neuen Fluoralkylphosphat-Salzen der allgemeinen Formel (I) gelöst,

25



(I)

worin

30

$\text{M}^{a+}$  ein einwertiges, zweiwertiges oder dreiwertiges Kation,

$a = 1, 2 \text{ oder } 3,$

5       $b = 2 \text{ für } a = 1,$   
 $b = 2 \text{ für } a = 3,$   
 $b = 1 \text{ für } a = 2$

und jeweils

10       $1 \leq n \leq 8,$

●  $0 \leq m \leq 2 \text{ für } n = 1 \text{ oder } 2,$   
 $0 \leq m \leq 4 \text{ für } 3 \leq n \leq 8,$

15       $1 \leq x \leq 12,$

$0 \leq y \leq 2,$

20      wobei  $R_1$  und  $R_2$  identisch oder unterschiedlich sind und ausgewählt sind  
aus der Gruppe der Fluor-, Wasserstoff-, Alkyl-, Fluoralkyl und  
Perfluoralkylsubstituenten und,

●  
wobei jeweils die Substituenten ( $C_nF_{2n+1-m}H_m$ ) identisch oder  
unterschiedlich sind.

25      Bevorzugt sind erfindungsgemäße Fluoralkylphosphat-Salze der allgemeinen  
Formel (I), in denen das Kation  $M^{a+}$  ein Alkalimetall-Kation, vorzugsweise ein  
Lithium-, Natrium- oder Kalium-Kation, besonders bevorzugt ein Lithium-  
Kation, ein Magnesium- oder Aluminium-Kation ist.

30

Des weiteren sind auch Fluoralkylphosphat-Salze der allgemeinen Formel (I) bevorzugt, in denen das Kation  $M^{a+}$  ein organisches Kation, vorzugsweise

ein Nitrosyl-Kation, ein Nitryl-Kation oder ein Kation der allgemeinen Formel

- 5  $[N(R^7)_4]^+$ ,  $[P(R^7)_4]^+$ ,  $[P(N(R^7)_2)_4]^+$  oder  $[C(N(R^7)_2)_3]^+$  ist, wobei die Reste  $R^7$ , jeweils gleich oder verschieden, für

H oder Alkyl ( $C_{1-10}$ ) stehen,

- 10 wobei gegebenenfalls H-Atome der Alkylkette durch Fluor oder einen gegebenenfalls Heteroatome aufweisenden aromatischen Rest oder einen vorzugsweise 5-6 gliedrigen Cycloalkylrest substituiert sein können, und/oder C-Atome der Alkylkette durch Heteroatome, vorzugsweise Sauerstoff, ausgetauscht sein können.

15

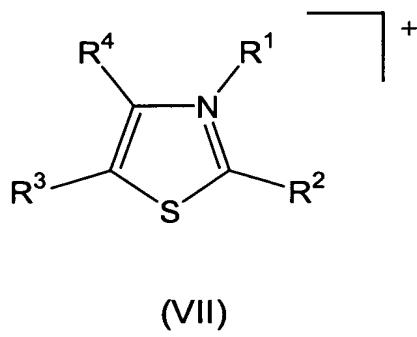
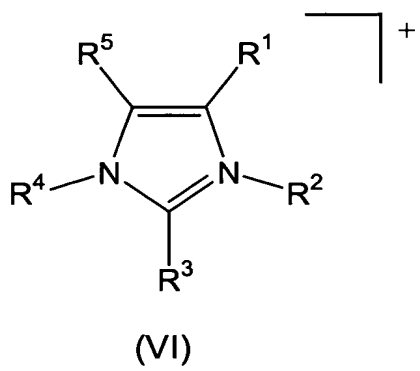
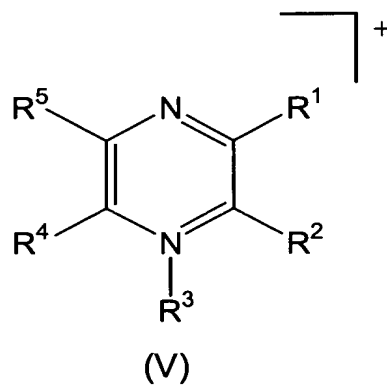
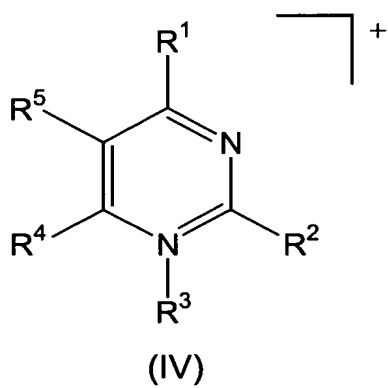
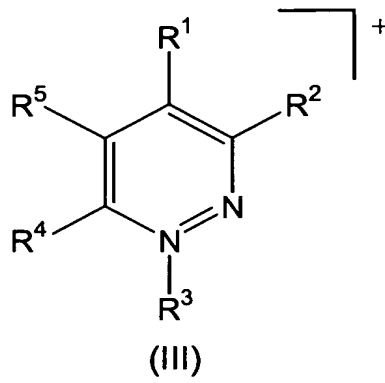
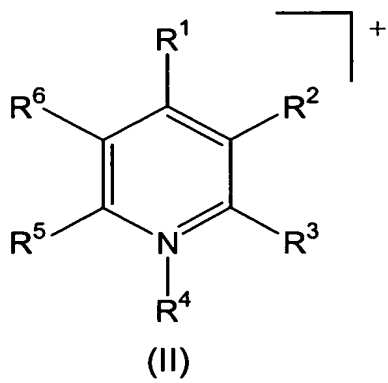
Als aromatischer oder cycloaliphatischer Rest A, der gegebenenfalls Heteroatome aufweisen kann, können alle dem Fachmann bekannten, zur Herstellung von  $[N(R^7)_4]^+$ ,  $[P(R^7)_4]^+$ ,  $[P(N(R^7)_2)_4]^+$  oder  $[C(N(R^7)_2)_3]^+$ -Kationen geeigneten Aromaten, Heteroaromaten oder Cycloaliphaten  
20 eingesetzt werden.

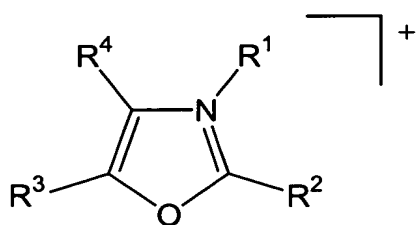
25

Vorzugsweise steht A jeweils für einen 5- oder 6-gliedrigen, gegebenenfalls Stickstoff- und/oder Schwefel- und/oder Sauerstoffatome aufweisenden aromatischen Rest oder einen vorzugsweise 5- oder 6-gliedrigen

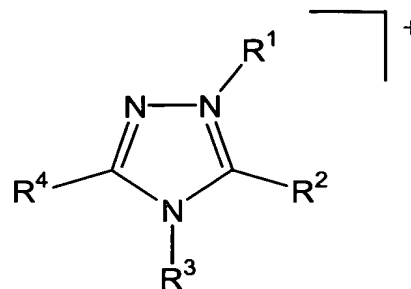
- 25 Cycloalkylrest, besonders bevorzugt für einen Phenyl- oder Pyridin-Rest.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Kation  $M^{a+}$  ein heteroaromatisches Kation ausgewählt aus der Gruppe der heteroaromatischen Kationen der allgemeinen Formel (II) bis (IX),:





(VIII)



(IX)

Die Reste  $R^1$  bis  $R^6$ , die jeweils gleich oder verschieden sein können, stehen für einen H-Rest, einen Halogen-Rest, vorzugsweise einen Fluor-Rest, oder für einen  $C_{1-8}$ -Alkyl-Rest, der gegebenenfalls mit den Substituenten F, Cl,  $N(C_rF_{(2r+1-s)}H_s)_2$ ,  $O(C_rF_{(2r+1-s)}H_s)$ ,  $SO_2(C_rF_{(2r+1-s)}H_s)$  oder  $C_rF_{(2r+1-s)}H_s$  substituiert sein kann, in denen  $1 \leq r \leq 6$  und  $0 \leq s \leq 13$  bedeuten.

Es können auch zwei der Reste  $R^1$  bis  $R^6$  gemeinsam einen  $C_{1-8}$ -Alkyl-Rest bedeuten, der gegebenenfalls mit den Substituenten F, Cl,  $N(C_rF_{(2r+1-s)}H_s)_2$ ,  $O(C_rF_{(2r+1-s)}H_s)$ ,  $SO_2(C_rF_{(2r+1-s)}H_s)$  oder  $C_rF_{(2r+1-s)}H_s$  substituiert sein kann, in denen  $1 \leq r \leq 6$  und  $0 \leq s \leq 2r+1$  bedeuten.

Es ist zu beachten, daß bei den heteroaromatischen Kationen der allgemeinen Formel (II) bis (IX) die Reste  $R^1$  bis  $R^6$  keine Halogene sein können, wenn die Reste  $R^1$  bis  $R^6$  direkt an Stickstoff gebunden sind.

- 15 Ebenfalls bevorzugt sind Fluoralkylphosphat-Salze der allgemeinen Formel (I), in denen  $1 \leq n \leq 6$ , vorzugsweise  $1 \leq n \leq 3$  ist.

Auch bevorzugt sind Fluoralkylphosphat-Salze der allgemeinen Formel (I), in denen  $1 \leq x \leq 8$ , vorzugsweise  $1 \leq x \leq 4$  ist.

20

Besonders bevorzugt sind Fluoralkylphosphat-Salze der allgemeinen Formel (I), in denen  $m = 0$  ist.



Ganz besonders bevorzugt sind Fluoralkylphosphat-Salze der allgemeinen Formel (I), in denen  $y = 2$  ist.

- 5 Auch ganz besonders bevorzugt sind die erfindungsgemäßen Fluoralkylphosphat-Salze der allgemeinen Formel (I), in denen  $R_1$  und  $R_2 =$  Fluor sind.

- 10 Besonders bevorzugt sind die Fluoralkylphosphat-Salze der allgemeinen Formel (I):



und



15

- Die erfindungsgemäßen Salze der allgemeinen Formel (I) können sowohl in reiner Form als auch in Form ihrer Mischungen als Leitsalze in Elektrolyten, primären und sekundären Batterien, Kondensatoren, Superkondensatoren und/oder galvanischen Zellen eingesetzt werden. Vorzugsweise werden die
- 20 erfindungsgemäßen Salze in reiner Form als Leitsalze verwendet, da auf diese Weise eine besonders gute Reproduzierbarkeit der elektrochemischen Eigenschaften gewährleistet werden kann.

Es ist aber ebenfalls möglich, die erfindungsgemäßen Salze in Mischung mit weiteren, dem Fachmann bekannten Salzen als Leitsalze zu verwenden.

25

Sie können in Anteilen zwischen 1 und 99% in Kombination mit anderen Leitsalzen, die in elektrochemischen Zellen Anwendung finden, verwendet werden. Geeignet sind z.B. Leitsalze ausgewählt aus der Gruppe  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiBF}_4$ ,  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{LiAsF}_6$ ,  $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ ,  $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ ,  $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2$ ,  $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$

oder Lithiumfluor-alkylphosphate der allgemeinen Formel  $\text{Li}[\text{PF}_{(6-c)}(\text{C}_d\text{F}_{2d+1})]$  mit  $1 \leq c \leq 5$  und

$1 \leq d \leq 8$ , sowie  $\text{LiN}[\text{SO}_2(\text{C}_e\text{F}_{2e+1})]_2$ ,  $\text{LiCSO}_2(\text{C}_e\text{F}_{2e+1})_3$  und  $\text{Li}[\text{SO}_3(\text{C}_e\text{F}_{2e+1})]$  mit  $2 \leq e \leq 8$  und deren Mischungen.

5

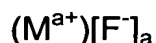
Ebenso können die Salze der Formel (I) und deren Mischungen in Elektrolyten für elektrochemische Zellen verwendet werden.

Die Elektrolyte können auch organische Isocyanate (DE 199 44 603, Diese Literatur wird hiermit als Referenz eingeführt und gilt somit als Teil der

10 Offenbarung) zur Herabsetzung des Wassergehaltes enthalten.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von erfindungsgemäßen Fluoralkylphosphat-Salzen. Bei diesem Verfahren wird wenigstens ein  $\alpha,\omega$ -Bis[fluoro(fluoroalkyl)fluorophosphorano]fluoralkan mit

15 wenigstens einem Fluoridsalz der allgemeinen Formel (X)



(X)

20 worin  $(\text{M}^{a+})$  und  $a$  die vorstehend genannte Bedeutung haben, in Lösung zu einem erfindungsgemäßen Fluoralkylphosphat-Salz der allgemeinen Formel (I) umgesetzt und dieses gegebenenfalls nach üblichen Methoden gereinigt und/oder isoliert wird.

25 In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die  $\alpha,\omega$ -Bis[fluoro(fluoroalkyl)fluorophosphorano]fluoralkane wenigstens eine Verbindung der allgemeinen Formel (XI),



30

(XI)

worin

$1 \leq n \leq 8$ ,  $0 \leq m \leq 2$  für  $n = 1$  oder  $2$ ,  $0 \leq m \leq 4$  für  $3 \leq n \leq 8$ ,  $1 \leq x \leq 12$ ,

5  $0 \leq y \leq 2$ ,

wobei  $R_1$  und  $R_2$  identisch oder unterschiedlich sind und ausgewählt sind aus der Gruppe der Fluor-, Wasserstoff-, Alkyl-, Fluoralkyl und Perfluoralkylsubstituenten, und

10 wobei jeweils die Substituenten ( $C_nF_{2n+1-m}H_m$ ) identisch oder unterschiedlich sind, eingesetzt wird.

Von den erfindungsgemäßen Verfahren sind solche bevorzugt, in denen die Verbindung der allgemeinen Formel (X) in einem bis zu 10fachen,

15 vorzugsweise einem bis zu 5fachen, besonders bevorzugt in einem bis zu 2fachen Überschuß, bezogen auf die Menge an Fluoro- $\alpha,\omega$ -bis(alkylfluorophosphorano)alkan(en) eingesetzt wird.

Ganz besonders bevorzugt werden Verbindungen der allgemeinen Formel (X) in zweifach äquimolarer Menge zum eingesetzten (Fluoro- $\alpha,\omega$ -

20 alkandiy)l)bis[fluoro(fluoroalkyl)]phosphoran eingesetzt.

Bei den erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt die Umsetzung mit dem Fluoridsalz der allgemeinen Formel (X) vorzugsweise bei einer Temperatur von -35 bis +80 °C, vorzugsweise -20 bis +50 °C, besonders bevorzugt 10 bis

25 25 °C.

Geeignete Lösungsmittel für die vorgenannten Verfahren sind organische Carbonate, vorzugsweise Ethylencarbonat, Propylencarbonat, Butylencarbonat, Dimethylcarbonat, Diethylcarbonat, Ethylmethylcarbonat

30 oder Methylpropylcarbonat, organische Ester, vorzugsweise Methylformiat, Ethylformiat, Methylacetat, Ethylacetat, Methylpropionat, Ethylpropionat,

Methylbutyrat, Ethylbutyrat,  $\gamma$ -Butyrolacton, organische Ether, vorzugsweise Diethylether, Dimethoxyethan, Diethoxyethan, organische Amide, vorzugsweise Dimethylformamid oder Dimethylacetamid, schwefelhaltige Lösungsmittel, vorzugsweise Dimethylsulfoxid, Dimethylsulfid, Diethylsulfid oder Propansulfon, aprotische Lösungsmittel, vorzugsweise Acetonitril, Acrylnitril, Propionitril oder Aceton, oder zumindest teilweise fluoriierte Derivate der vorstehend genannten Lösungsmittel oder Gemische aus wenigstens zwei dieser Lösungsmittel und/oder fluoriierten Derivaten dieser Lösungsmittel.

- 10 Die erfindungsgemäßen Fluoralkylphosphat -Salze der allgemeinen Formel (I) eignen sich auch zur Verwendung in festen Elektrolyten. Unter festen Elektrolyten werden dabei im Sinne der Erfindung sowohl Polymerelektrolyte verstanden, die üblicherweise ein gegebenenfalls vernetztes Polymeres und ein Leitsalz aufweisen, als auch Gelelektrolyte, die üblicherweise neben einem
- 15 gegebenenfalls vernetzten Polymeren und einem Leitsalz zusätzlich wenigstens ein Lösungsmittel enthalten.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher auch ein Gemisch enthaltend

- 20 a) wenigstens ein Fluoralkylphosphat-Salz der allgemeinen Formel (I)
- und

- 25 b) wenigstens ein Polymeres.

Ein Gemisch im Sinne der vorliegenden Erfindung umfaßt reine Mischungen der Komponenten a) und b), Mischungen, in denen das Salz der Komponente a) in dem Polymeren der Komponente b) eingeschlossen ist und Mischungen, in denen zwischen dem Salz der Komponente a) und dem Polymeren der Komponente b) chemische und/oder physikalische Bindungen bestehen.

30

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält das erfindungsgemäße Gemisch 5 bis 90 Gew.-% der Komponente a) und 95 bis 5 Gew.-% der Komponente b), besonders bevorzugt 10 bis 80 Gew.-% der Komponente a) und 90 bis 20 Gew.-% der Komponente b). Die angegebenen Gewichtsverhältnisse beziehen sich jeweils auf die Summe der Komponenten a) und b).

Als Komponente b) enthält das erfindungsgemäße Gemisch vorzugsweise ein Homopolymeres oder Copolymeres von Acrylnitril, Vinylidendifluorid, Methyl(meth)acrylat, Tetrahydrofuran, Ethylenoxid, Siloxan, Phosphazen oder eine Mischung aus wenigstens zwei der vorstehend genannten Homopolymeren und/oder Copolymeren.

Besonders bevorzugt ist die Komponente b) ein Homopolymeres oder Copolymeres von Vinylidendifluorid, Acrylnitril, Methyl(meth)acrylat, Tetrahydrofuran, ganz besonders bevorzugt ein Homopolymeres oder Copolymeres von Vinylidendifluorid.

Diese Homo- und Copolymerisate des Vinylidendifluorids werden unter der Bezeichnung Kynar<sup>®</sup> und Kynarflex<sup>®</sup> von der Firma Atofina Chemicals, Inc. sowie unter der Bezeichnung Solef<sup>®</sup> von der Firma Solvay am Markt geführt.

Die erfindungsgemäß zum Einsatz kommenden Polymere können auch zumindest teilweise vernetzt sein. Die Vernetzung kann mit bekannten Vernetzungsmitteln nach üblichen, dem Fachmann bekannten Methoden erfolgen.

Neben den Fluoralkylphosphat -Salzen der allgemeinen Formel (I) sowie den Polymeren kann das erfindungsgemäße Gemisch zusätzlich ein Lösungsmittel

oder ein Lösungsmittelgemisch aus zwei oder mehreren Lösungsmitteln aufweisen.

Bevorzugte Lösungsmittel sind organische Carbonate, vorzugsweise

- 5 Ethylencarbonat, Propylencarbonat, Butylencarbonat, Dimethylcarbonat, Diethylcarbonat, Ethylmethylcarbonat oder Methylpropylcarbonat, organische Ester, vorzugsweise Methylformiat, Ethylformiat, Methylacetat, Ethylacetat, Methylpropionat, Ethylpropionat, Methylbutyrat, Ethylbutyrat,  $\gamma$ -Butyrolacton, organische Ether, vorzugsweise Diethylether, Dimethoxyethan, Diethoxyethan, 10 organische Amide, vorzugsweise Dimethylformamid oder Dimethylacetamid, schwefelhaltige Lösungsmittel, vorzugsweise Dimethylsulfoxid, Dimethylsulfid, Diethylsulfid oder Propansulfon, aprotische Lösungsmittel, vorzugsweise Acetonitril, Acrylnitril oder Aceton, oder zumindest teilweise fluoriierte Derivate der vorstehend genannten Lösungsmittel oder Gemische aus wenigstens zwei 15 dieser Lösungsmittel und/oder fluoriierten Derivaten dieser Lösungsmittel.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung wenigstens eines erfindungsgemäßen Fluoralkylphosphat-Salzes oder eines erfindungsgemäßen Gemisches in Elektrolyten, primären Batterien, 20 sekundären Batterien, Kondensatoren, Superkondensatoren und/oder galvanischen Zellen, ggf. auch in Kombination mit weiteren, bekannten Leitsalzen und/oder Zusatzstoffen.

- Weitere Gegenstände der Erfindung sind Elektrolyte, primäre und sekundäre 25 Batterien, Kondensatoren, Superkondensatoren und galvanischen Zellen, die wenigstens ein erfindungsgemäßes Fluoralkylphosphat-Salz der allgemeinen Formel (I) oder ein erfindungsgemäßes Gemisch und ggf. weitere Leitsalze und/oder Zusatzstoffe enthalten. Weitere Leitsalze und Zusatzstoffe sind dem Fachmann z.B. aus Doron Auerbach, Nonaqueous Electrochemistry, Marc 30 Dekker Inc., New York 1999; D.Linden, Handbook of Batteries, Second Edition, McGraw-Hill Inc., New York 1995 und G. Mamantov und A.I. Popov,

Chemistry of Nonaqueous Solutions, Current Progress, VCH

Verlagsgesellschaft, Weinheim 1994 bekannt. Sie werden hiermit als Referenz eingeführt und gelten als Teil der Offenbarung.

- 5 Erfindungsgemäße Elektrolyte weisen bevorzugt eine Konzentration der (des) erfindungsgemäßen Fluoralkylphosphat-Salze(s) von 0,01 bis 3 mol/l, vorzugsweise 0,01 bis 2 mol/l, besonders bevorzugt 0,1 bis 1,5 mol/l auf.

- Als Lösungsmittel für die erfindungsgemäßen Salze enthalten die Elektrolyte
- 10 vorzugsweise organische Carbonate, vorzugsweise Ethylencarbonat, Propylencarbonat, Butylencarbonat, Dimethylcarbonat, Diethylcarbonat, Ethylmethylcarbonat oder Methylpropylcarbonat, organische Ester, vorzugsweise Methylformiat, Ethylformiat, Methylacetat, Ethylacetat, Methylpropionat, Ethylpropionat, Methylbutyrat, Ethylbutyrat,  $\gamma$ -Butyrolacton,
- 15 organische Ether, vorzugsweise Diethylether, Dimethoxyethan, Diethoxyethan, organische Amide, vorzugsweise Dimethylformamid oder Dimethylacetamid, schwefelhaltige Lösungsmittel, vorzugsweise Dimethylsulfoxid, Dimethylsulfid, Diethylsulfid oder Propansulfon, aprotische Lösungsmittel, vorzugsweise Acetonitril, Acrylnitril oder Aceton, oder zumindest teilweise fluorierte Derivate
- 20 der vorstehend genannten Lösungsmittel oder Gemische aus wenigstens zwei dieser Lösungsmittel und/oder fluorierten Derivaten dieser Lösungsmittel.

- Die erfindungsgemäßen Fluoralkylphosphat-Salze sowie die erfindungsgemäßen Gemische haben den Vorteil, daß sie über einen sehr
- 25 langen Zeitraum in Gegenwart von Wasser keinerlei oder fast keine Anzeichen einer Zersetzung zeigen und in den meisten Lösungsmitteln oder Lösungsmittelgemischen eine gute bis sehr gute Löslichkeit aufweisen.

- Des weiteren weisen sie sowohl im festen als auch im gelösten Zustand eine
- 30 hohe thermische Stabilität sowie eine hohe chemische Stabilität auf. So sind die erfindungsgemäßen Salze und Gemische beispielsweise gegenüber

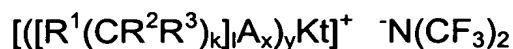
starken Oxidationsmitteln, wie z.B. gegen hochoxidierende Elektrodenmaterialien wie beispielsweise  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{LiNiO}_2$  oder  $\text{LiCoO}_2$ , stabil.

- 5 Diese Eigenschaften ermöglichen es, Elektrolyte, Batterien, Kondensatoren, Superkondensatoren und galvanische Zellen, die diese Leitsalze enthalten, unter extremen Bedingungen einzusetzen, wie z.B. bei hohen Temperaturen, ohne daß deren Lebensdauer und Leistung durch diese Bedingungen beeinträchtigt wird.
- 10 Desweiteren zeichnen sich die entsprechenden Batterien, Kondensatoren, Superkondensatoren und galvanischen Zellen durch eine sehr gute Spannungskonstanz, eine uneingeschränkte Funktionsfähigkeit über viele Lade- und Entladezyklen sowie durch geringe Herstellungskosten aus.
- 15 Der Einsatz der erfindungsgemäßen Fluoralkylphosphat-Salze oder der erfindungsgemäßen Gemische in großen Batterien, wie sie z.B. in Elektrostraßenfahrzeugen oder Hybridstraßenfahrzeugen verwendet werden, ist ebenfalls sehr vorteilhaft, da bei einer Beschädigung der Batterien, wie z.B. im Falle eines Unfalls, auch bei Kontakt mit Wasser, beispielsweise durch
- 20 Luftfeuchtigkeit oder Löschwasser kein toxischer und stark ätzender Fluorwasserstoff gebildet wird.
- Es können die erfindungsgemäßen Verbindungen und deren Mischungen in Elektrolyten für elektrochemische Zellen verwendet werden. Sie können als
- 25 Leitsalze oder Additive eingesetzt werden. Ebenso können sie in Anteilen zwischen 1 und 99% in Kombination mit anderen Leitsalzen, die in elektrochemischen Zellen Anwendung finden, verwendet werden. Geeignet sind z.B. Leitsalze ausgewählt aus der Gruppe  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiBF}_4$ ,  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{LiAsF}_6$ ,  $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ ,  $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ ,  $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2$  oder  $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$  und deren
- 30 Mischungen.



Die Elektrolyte können auch organische Isocyanate (DE 199 44 603) zur Herabsetzung des Wassergehaltes enthalten.

Auch Verbindungen der allgemeinen Formel



5 wobei

Kt N, P, As, Sb, S, Se

A N, P, P(O), O, S, S(O), SO<sub>2</sub>, As, As(O), Sb, Sb(O)

R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> und R<sup>3</sup>

gleich oder verschieden

10 H, Halogen, substituiertes und/oder unsubstituiertes Alkyl C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>, substituiertes und/oder unsubstituiertes Alkenyl mit 1-18 Kohlenstoffatomen und einer oder mehreren Doppelbindungen, substituiertes und/oder unsubstituiertes Alkynyl mit 1-18 Kohlenstoffatomen und einer oder mehreren Dreifachbindungen, substituiertes und/oder unsubstituiertes Cycloalkyl

15 C<sub>m</sub>H<sub>2m-1</sub>, ein- oder mehrfach substituiertes und/oder unsubstituiertes Phenyl, substituiertes und/oder unsubstituiertes Heteroaryl,

A kann in verschiedenen Stellungen in R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> und/oder R<sup>3</sup> eingeschlossen sein,

Kt kann in cyclischen oder heterocyclischen Ring eingeschlossen sein,

20 die an Kt gebundenen Gruppen können gleich oder verschieden sein mit

n 1-18

m 3-7

k 0, 1-6

25 l 1 oder 2 im Fall von x=1 und 1 im Fall x=0

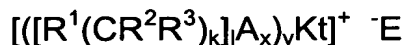
x 0,1

y 1-4

bedeuten, können enthalten sein (DE 9941566). Das Verfahren zur Herstellung der Verbindungen ist dadurch gekennzeichnet, daß ein Alkalisalz der allgemeinen Formel



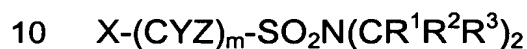
mit D<sup>+</sup> ausgewählt aus der Gruppe der Alkalimetalle in einem polaren organischen Lösungsmittel mit einem Salz der allgemeinen Formel



wobei

- 5 Kt, A, R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, k, l, x und y die oben angegebene Bedeutung haben und E<sup>-</sup> F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, BF<sub>4</sub><sup>-</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, AsF<sub>6</sub><sup>-</sup>, SbF<sub>6</sub><sup>-</sup> oder PF<sub>6</sub><sup>-</sup> bedeutet, umgesetzt wird.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch in Elektrolyten enthalten sein, die Verbindungen der Formel



mit

- X H, F, Cl, C<sub>n</sub>F<sub>2n+1</sub>, C<sub>n</sub>F<sub>2n-1</sub>, (SO<sub>2</sub>)<sub>k</sub>N(CR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>)<sub>2</sub>  
Y H, F, Cl  
Z H, F, Cl

- 15 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> H und/oder Alkyl, Fluoralkyl, Cycloalkyl

m 0-9 und falls X=H, m≠0

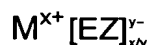
n 1-9

k 0, falls m=0 und k=1, falls m=1-9

enthalten, dargestellt dadurch, daß teil- oder perfluorierte Alkylsulfonylfluoride

- 20 mit Dimethylamin in organischen Lösungsmitteln umgesetzt werden (DE 199 466 73).

- Auch Elektrolyte mit Komplexsalzen der allgemeinen Formel (DE 199 51 804)



worin bedeuten:

- 25 x, y 1, 2, 3, 4, 5, 6

M<sup>x+</sup> ein Metallion

E eine Lewis-Säure, ausgewählt aus der Gruppe

BR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>, AlR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>, PR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>R<sup>4</sup>R<sup>5</sup>, AsR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>R<sup>4</sup>R<sup>5</sup>, VR<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>R<sup>4</sup>R<sup>5</sup>,

R<sup>1</sup> bis R<sup>5</sup> gleich oder verschieden, gegebenenfalls durch eine Einfach- oder

- 30 Doppelbindung direkt miteinander verbunden sind, jeweils einzeln oder gemeinsam die Bedeutung

eines Halogens (F, Cl, Br),

eines Alkyl- oder Alkoxyrestes ( $C_1$  bis  $C_8$ ) der teilweise oder vollständig durch F, Cl, Br substituiert sein kann,

eines, gegebenenfalls über Sauerstoff gebundenen aromatischen Rings aus

5 der Gruppe Phenyl, Naphthyl, Anthracenyl oder Phenanthrenyl, der unsubstituiert oder ein- bis sechsfach durch Alkyl ( $C_1$  bis  $C_8$ ) oder F, Cl, Br substituiert sein kann

eines, gegebenenfalls über Sauerstoff gebundenen aromatischen

heterocyclischen Rings aus der Gruppe Pyridyl, Pyrazyl oder Pyrimidyl, der

10 unsubstituiert oder ein- bis vierfach durch Alkyl ( $C_1$  bis  $C_8$ ) oder F, Cl, Br substituiert sein kann, haben können und

$Z$   $OR^6$ ,  $NR^6R^7$ ,  $CR^6R^7R^8$ ,  $OSO_2R^6$ ,  $N(SO_2R^6)(SO_2R^7)$ ,

$C(SO_2R^6)(SO_2R^7)(SO_2R^8)$ ,  $OCOR^6$ , wobei

$R^6$  bis  $R^8$  gleich oder verschieden sind, gegebenenfalls durch eine Einfach-

15 oder Doppelbindung direkt miteinander verbunden sind, jeweils einzeln oder gemeinsam die Bedeutung

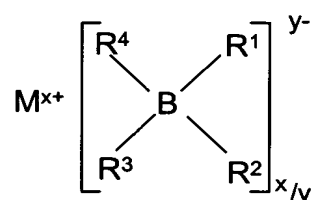
eines Wasserstoffs oder die Bedeutung wie  $R^1$  bis  $R^5$  haben, hergestellt durch

Umsetzung von einem entsprechenden Bor- oder Phosphor-Lewis-Säure-

Solvenz-Addukt mit einem Lithium- oder Tetraalkylammonium-Imid, -Methanid

20 oder -Triflat, können verwendet werden.

Auch Boratsalze (DE 199 59 722) der allgemeinen Formel



25 worin bedeuten:

M ein Metallion oder Tetraalkylammoniumion

x,y 1, 2, 3, 4, 5 oder 6

$R^1$  bis  $R^4$  gleich oder verschieden, gegebenenfalls durch eine Einfach- oder Doppelbindung direkt miteinander verbundener Alkoxy- oder Carboxyreste

30 ( $C_1$ - $C_8$ ) können enthalten sein. Hergestellt werden diese Boratsalze durch

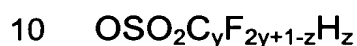
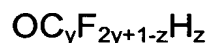
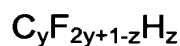
Umsetzung von Lithiumtetraalkoholatborat oder einem 1:1 Gemisch aus

Lithiumalkoholat mit einem Borsäureester in einem aprotischen Lösungsmittel mit einer geeigneten Hydroxyl- oder Carboxylverbindung im Verhältnis 2:1 oder 4:1.

Auch Additive wie Silanverbindungen der allgemeinen Formel



mit  $\text{R}^1$  bis  $\text{R}^4$  H



und  $1 \leq x < 6$

$1 \leq y \leq 8$  und

$0 \leq z \leq 2y+1$

und

15  $\text{R}^1\text{-R}^4$  gleich oder verschieden

mit der Bedeutung eines aromatischen Rings aus der Gruppe Phenyl, Naphthyl der unsubstituiert oder ein- oder mehrfach durch F,  $\text{C}_y\text{F}_{2y+1-z}\text{H}_z$  oder  $\text{OC}_y\text{F}_{2y+1-z}\text{H}_z$ ,  $\text{OC}(\text{O})\text{C}_y\text{F}_{2y+1-z}\text{H}_z$ ,  $\text{OSO}_2\text{C}_y\text{F}_{2y+1-z}\text{H}_z$ ,  $\text{N}(\text{C}_n\text{F}_{2n+1-z}\text{H}_z)_2$  substituiert sein kann, oder

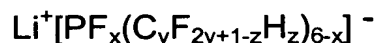
20 mit der Bedeutung eines heterocyclischen aromatischen Rings aus der

Gruppe Pyridyl, Pyrazyl oder Pyrimidyl, die jeweils ein- oder mehrfach mit F,

$\text{C}_y\text{F}_{2y+1-z}\text{H}_z$  oder  $\text{OC}_y\text{F}_{2y+1-z}\text{H}_z$ ,  $\text{OC}(\text{O})\text{C}_y\text{F}_{2y+1-z}\text{H}_z$ ,  $\text{OSO}_2\text{C}_y\text{F}_{2y+1-z}\text{H}_z$ ,  $\text{N}(\text{C}_n\text{F}_{2n+1-z}\text{H}_z)_2$  substituiert sein können (DE 100 276 26), können enthalten sein.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch in Elektrolyte eingesetzt

25 werden, die Lithiumfluoralkylphosphate der folgenden Formel enthalten,



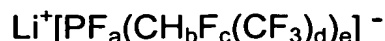
worin

$$1 \leq x \leq 5$$

$$3 \leq y \leq 8$$

30  $0 \leq z \leq 2y + 1$

bedeuten und die Liganden ( $C_yF_{2y+1-z}H_z$ ) gleich oder verschieden sein können, wobei die Verbindungen der allgemeinen Formel,



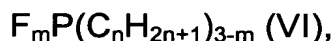
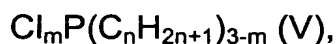
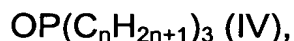
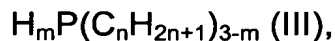
in der a eine ganze Zahl von 2 bis 5, b = 0 oder 1, c = 0 oder 1, d = 2 und

- 5 e eine ganze Zahl von 1 bis 4 bedeuten, mit den Bedingungen, daß b und c nicht gleichzeitig jeweils = 0 bedeuten und die Summe aus a + e gleich 6 ist und die Liganden ( $CH_bF_c(CF_3)_d$ ) gleich oder verschieden sein können,

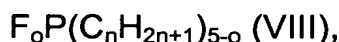
ausgenommen sind (DE 100 089 55). Das Verfahren zur Herstellung von

Lithiumfluoralkylphosphaten ist dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine

- 10 Verbindung der allgemeinen Formel



- 15  $Cl_oP(C_nH_{2n+1})_{5-o}$  (VII),



in denen jeweils

$0 < m < 2$ ,  $3 < n < 8$  und  $0 < o < 4$  bedeutet

durch Elektrolyse in Fluorwasserstoff fluoriert wird, das so erhaltene Gemisch

- 20 der Fluorierungsprodukte durch Extraktion, Phasentrennung und/oder

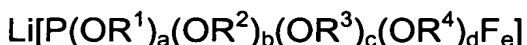
Destillation aufgetrennt wird, und das so erhaltene fluoriierte Alkylphosphoran

-  in einem aprotischen Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch unter

Feuchtigkeitsausschluß mit Lithiumfluorid umgesetzt wird, und das so

erhaltene Salz nach den üblichen Methoden gereinigt und isoliert wird.

- 25 Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch in Elektrolyten eingesetzt werden, die Salze der Formel



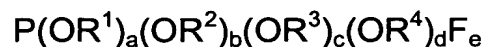
worin  $0 < a+b+c+d \leq 5$  und  $a+b+c+d+e=6$  gilt, und  $R^1$  bis  $R^4$  unabhängig

voneinander Alkyl-, Aryl- oder Heteroarylreste sind, wobei mindestens zwei

- 30 von  $R^1$  bis  $R^4$  durch eine Einfach- oder Doppelbindung direkt miteinander

verbunden sein können, enthalten (DE 100 16 801). Dargestellt werden die

Verbindungen durch Umsetzung von Phosphor (V)-Verbindungen der allgemeinen Formel



worin  $0 < a+b+c+d \leq 5$  und  $a+b+c+d+e=5$  gilt, und  $R^1$  bis  $R^4$  die oben

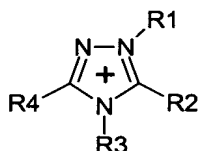
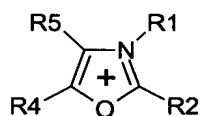
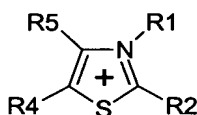
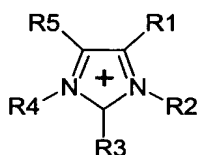
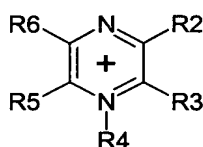
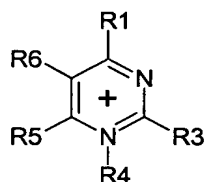
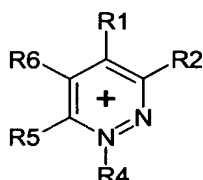
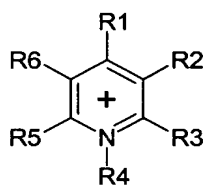
- 5 angegebenen Bedeutungen haben mit Lithiumfluorid in Gegenwart eines organischen Lösungsmittels.

Auch Ionische Flüssigkeiten der allgemeinen Formel



worin bedeuten:

- 10  $K^+$  ein Kation ausgewählt aus der Gruppe

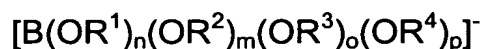


wobei  $R^1$  bis  $R^5$  gleich oder verschieden, gegebenenfalls durch eine Einfach- oder Doppelbindung direkt miteinander verbunden sind und jeweils einzeln oder gemeinsam folgende Bedeutung haben:

- 15 - H,  
- Halogen,

- Alkylrest ( $C_1$  bis  $C_8$ ) der teilweise oder vollständig durch weitere Gruppen, vorzugsweise F, Cl,  $N(C_nF_{(2n+1-x)}H_x)_2$ ,  $O(C_nF_{(2n+1-x)}H_x)$ ,  $SO_2(C_nF_{(2n+1-x)}H_x)$ ,  $C_nF_{(2n+1-x)}H_x$  mit  $1 < n < 6$  und  $0 < x \leq 13$  substituiert sein kann und

5  $A^-$  ein Anion ausgewählt aus der Gruppe



mit  $0 \leq n, m, o, p \leq 4$  und

$$m+n+o+p=4$$

wobei  $R^1$  bis  $R^4$  verschieden oder paarweise gleich sind, gegebenenfalls durch

10 eine Einfach- oder Doppelbindung direkt miteinander verbunden sind, jeweils einzeln oder gemeinsam



die Bedeutung eines aromatischen Rings aus der Gruppe Phenyl, Naphthyl, Anthracenyl oder Phenanthrenyl, der unsubstituiert oder ein- oder mehrfach durch  $C_nF_{(2n+1-x)}H_x$  mit  $1 < n < 6$  und  $0 < x \leq 13$  oder Halogen (F, Cl, Br) substituiert sein kann, besitzen,

15

die Bedeutung eines aromatischen heterocyclischen Rings aus der Gruppe Pyridyl, Pyrazyl oder Pyrimidyl, der unsubstituiert oder ein- oder mehrfach durch  $C_nF_{(2n+1-x)}H_x$  mit  $1 < n < 6$  und  $0 < x \leq 13$  oder Halogen oder Halogen (F, Cl, Br) substituiert sein kann, besitzen,

20 die Bedeutung eines Alkylrests ( $C_1$  bis  $C_8$ ) der teilweise oder vollständig durch



weitere Gruppen, vorzugsweise F, Cl, ,  $N(C_nF_{(2n+1-x)}H_x)_2$ ,  $O(C_nF_{(2n+1-x)}H_x)$ ,  $SO_2(C_nF_{(2n+1-x)}H_x)$ ,  $C_nF_{(2n+1-x)}H_x$  mit  $1 < n < 6$  und  $0 < x \leq 13$  substituiert sein kann, besitzen,

beziehungsweise  $OR^1$  bis  $OR^4$

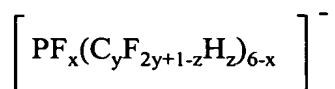
25 einzeln oder gemeinsam die Bedeutung eines aromatischen oder

aliphatischen Carboxyl-, Dicarboxyl-, Oxysulfonyl- oder Oxycarboxylrests, der teilweise oder vollständig durch weitere Gruppen, vorzugsweise F, Cl, ,

$N(C_nF_{(2n+1-x)}H_x)_2$ ,  $O(C_nF_{(2n+1-x)}H_x)$ ,  $SO_2(C_nF_{(2n+1-x)}H_x)$ ,  $C_nF_{(2n+1-x)}H_x$  mit  $1 < n < 6$  und  $0 < x \leq 13$  substituiert sein kann, besitzen (DE 100 265 65), können im

30 Elektrolyten enthalten sein. Auch Ionische Flüssigkeiten  $K^+A^-$  mit  $K^+$  definiert wie oben und

A<sup>-</sup> ein Anion ausgewählt aus der Gruppe



und  $1 \leq x < 6$

$1 \leq y \leq 8$  und

5  $0 \leq z \leq 2y+1$

können enthalten sein (DE 100 279 95).

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch in Elektrolyten enthalten sein mit Verbindungen folgender Formel:



10 worin

R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> H, C<sub>y</sub>F<sub>2y+1-z</sub>H<sub>z</sub> oder (C<sub>n</sub>F<sub>2n-m</sub>H<sub>m</sub>)X, wobei X ein aromatischer oder heterozyklischer Rest ist, bedeuten und

R<sup>3</sup> (C<sub>n</sub>F<sub>2n-m</sub>H<sub>m</sub>)Y, wobei Y ein heterozyklischer Rest ist, oder (C<sub>o</sub>F<sub>2o-p</sub>H<sub>p</sub>)Z, wobei Z ein aromatischer Rest ist, bedeutet,

15 und wobei n, m, o, p, y und z die folgenden Bedingungen erfüllen:

$0 \leq n \leq 6$ ,

$0 \leq m \leq 2n$ ,

$2 \leq o \leq 6$ ,

$0 \leq p \leq 2o$ ,

20  $1 \leq y \leq 8$  und

$0 \leq z \leq 2y+1$ ,

zur Verringerung des Säuregehalts in aprotischen Elektrolytsystemen in elektrochemischen Zellen.

Auch Fluoralkylphosphate der allgemeinen Formel



worin

$1 \leq x \leq 6$

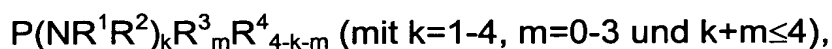
$1 \leq y \leq 8$

$0 \leq z \leq 2y + 1$

30  $1 \leq n \leq 3$  und



$M^{n+}$  die Bedeutung eines ein- bis dreiwertigen Kations besitzt, insbesondere:



mit  $R^1$  bis  $R^8$  H, Alkyl und Aryl ( $C_1-C_8$ ) die teilweise durch F, Cl oder Br substituiert sein können,

wobei  $M^{n+} = Li^+, Na^+, Cs^+, K^+$  und  $Ag^+$  ausgenommen sind, können enthalten

10 sein. Diese Fluoralkylphosphate sind erhältlich indem Phosphorane mit einem Fluorid oder Metallfluoralkylphosphate mit einem Fluorid oder Chlorid in organischen aprotischen Lösungsmitteln umgesetzt werden (DE 100 388 58).

Der Elektrolyt kann auch ein Gemisch enthalten, daß

a) wenigstens ein Lithiumfluoroalkylphosphat-Salz der allgemeinen Formel



worin

$$1 \leq x \leq 5$$

$$1 \leq y \leq 8 \text{ und}$$

$$0 \leq z \leq 2y + 1$$

20 bedeuten und die Liganden  $(C_yF_{2y+1-z}H_z)$  jeweils gleich oder verschieden sind und

b) wenigstens ein Polymeres (DE 100 58 264) enthält.

Im Elektrolyten können auch Tetrakisfluoroalkylborat-Salze der allgemeinen Formel



25 worin

$M^{n+}$  ein einwertiges, zweiwertiges oder dreiwertiges Kation ist,

die Liganden R jeweils gleich sind und für  $(C_xF_{2x+1})$  mit  $1 \leq x \leq 8$  stehen

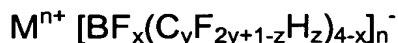
und  $n = 1, 2$  oder  $3$  ist (DE 100 558 11) enthalten sein. Das Verfahren zur

Herstellung von Tetrakisfluoroalkylborat-Salzen ist dadurch gekennzeichnet, daß

30 wenigstens eine Verbindung der allgemeinen Formel  $M^{n+} ([B(CN)_4]^-)_n$  worin  $M^{n+}$

und n die oben angegebene Bedeutung haben, durch Umsetzung mit wenigstens einem Fluorierungsmittel in wenigstens einem Lösungsmittel fluoriert und die so erhaltene fluorierte Verbindung nach den üblichen Methoden gereinigt und isoliert wird.

- 5 Der Elektrolyt kann auch Boratsalze der allgemeinen Formel



enthalten, worin bedeuten:

$$1 < x < 3, \quad 1 \leq y \leq 8 \quad \text{und} \quad 0 \leq z \leq 2y + 1 \quad \text{und}$$

M ein- bis dreiwertiges Kation ( $1 \leq n \leq 3$ ), außer Kalium und Barium,

- 10 insbesondere:

Li,

$NR^1R^2R^3R^4$ ,  $PR^5R^6R^7R^8$ ,  $P(NR^5R^6)_kR^7_mR^8_{4-k-m}$  (mit  $k=1-4$ ,  $m=0-3$  und  $k+m \leq 4$ ) oder

$C(NR^5R^6)(NR^7R^8)(NR^9R^{10})$ , wobei

- 15  $R^1$  bis  $R^4$   $C_yF_{2y+1-z}H_z$  und

$R^5$  bis  $R^{10}$  H oder  $C_yF_{2y+1-z}H_z$  oder

ein aromatisches heterozyklisches Kation, insbesondere Stickstoff- und/oder Sauerstoff- und/oder Schwefelhaltige aromatische heterozyklische Kationen (DE 101 031 89). Das Verfahren zur Herstellung dieser Verbindungen ist

- 20 dadurch gekennzeichnet, daß

a)  $BF_3$ -Lösungsmittel-Komplexe 1:1 mit Alkylolithium unter Kühlung umgesetzt werden, nach langsamer Erwärmung das Lösungsmittel zu einem Großteil entfernt und anschließend der Feststoff abfiltriert und mit einem geeigneten Lösungsmittel gewaschen wird, oder

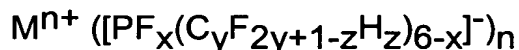
- 25 b) Lithiumsalze in einem geeigneten Lösungsmittel 1:1 mit  $B(CF_3)_3$ -salzen umgesetzt werden, bei erhöhter Temperatur gerührt und nach Entfernen des Lösungsmittels das Reaktionsgemisch mit aprotischen nichtwäßrigen Lösungsmitteln, vorzugsweise mit Lösungsmitteln die in elektrochemischen Zellen verwendet werden, versetzt und getrocknet wird, oder

- 30 c)  $B(CF_3)_3$ -salze 1:1 bis 1:1,5 mit Lithiumsalzen in Wasser bei erhöhter Temperatur umgesetzt und 0,5 bis 2 Stunden am Siedepunkt erhitzt werden,

das Wasser entfernt und das Reaktionsgemisch mit aprotischen nichtwäßrigen Lösungsmitteln, vorzugsweise mit Lösungsmitteln die in elektrochemischen Zellen verwendet werden, versetzt getrocknet wird.

Im Elektrolyten können auch Fluoroalkylphosphat-Salze der allgemeinen

5 Formel



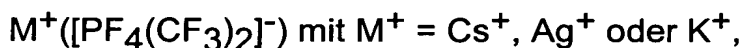
enthalten sein, worin

$M^{n+}$  ein einwertiges, zweiwertiges oder dreiwertiges Kation ist,

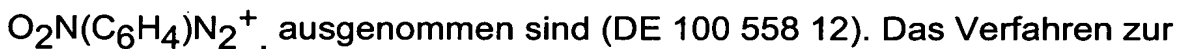
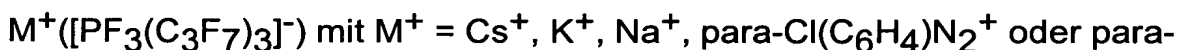
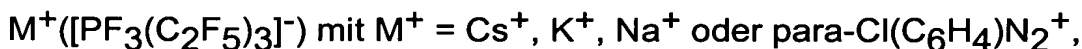
$$1 \leq x \leq 5,$$

10  $1 \leq y \leq 8$  und

$0 \leq z \leq 2y + 1$  sind,  $n = 1, 2$  oder  $3$  bedeuten und die Liganden  $(C_yF_{2y+1-z}H_z)$  jeweils gleich oder verschieden sind, wobei die Fluoroalkylphosphat-Salze, in denen  $M^{n+}$  ein Lithium-Kation ist, sowie die Salze

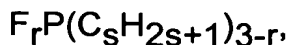
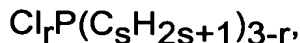
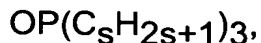
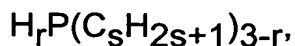


15  $M^+([PF_4(C_2F_5)_2]^-) \text{ mit } M^+ = Cs^+,$

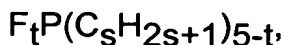


Herstellung dieser Fluoroalkylphosphat-Salze ist dadurch gekennzeichnet, daß

20 wenigstens eine Verbindung der allgemeinen Formel



25  $Cl_tP(C_sH_{2s+1})_{5-t}$  und/oder



in denen jeweils

$$0 \leq r \leq 2$$

$$3 \leq s \leq 8 \text{ und}$$

$$0 \leq t \leq 4$$

bedeuten, durch Elektrolyse in Fluorwasserstoff fluoriert wird, das so erhaltene

- 5 Gemisch der Fluorierungsprodukte aufgetrennt wird und das so erhaltene fluorierte Alkylphosphoran in einem aprotischen Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch unter Feuchtigkeitsausschluß mit einer Verbindung der allgemeinen Formel  $M^{n+}(F^-)_n$  worin  $M^{n+}$  und  $n$  die oben angegebene Bedeutung haben, umgesetzt wird, und das so erhaltene Fluoroalkylphosphat-
- 10 Salz nach den üblichen Methoden gereinigt und isoliert wird.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können in Elektrolyte für elektrochemische Zellen eingesetzt werden, die Anodenmaterial, bestehend aus beschichteten Metallkernen, ausgewählt aus der Gruppe Sb, Bi, Cd, In, Pb, Ga und Zinn oder deren Legierungen, enthalten (DE 100 16 024). Das

- 15 Verfahren zur Herstellung dieses Anodenmaterials ist dadurch gekennzeichnet, daß
- a) eine Suspension oder ein Sol des Metall- oder Legierungskerns in Urotropin hergestellt wird,
  - b) die Suspension mit Kohlenwasserstoffen mit  $C_5-C_{12}$  emulgiert werden,
  - 20 c) die Emulsion auf die Metall- oder Legierungskerne aufgefällt werden und
  - d) durch Temperung des Systems die Metallhydroxide bzw. -oxihydroxide in das entsprechende Oxid übergeführt werden.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch in Elektrolyte für elektrochemische Zellen eingesetzt werden, mit Kathoden aus gängigen

- 25 Lithium-Interkalations und Insertionsverbindungen aber auch mit Kathodenmaterialien, die aus Lithium-Mischoxid-Partikel bestehen, die mit einem oder mehreren Metalloxiden (DE 199 22 522) beschichtet sind. Sie können auch aus Lithium-Mischoxid-Partikel bestehen, die mit einem oder mehreren Polymeren (DE 199 46 066) beschichtet sind, erhalten durch ein
- 30 Verfahren, bei dem die Partikel in einem Lösungsmittel suspendiert werden und anschließend die beschichteten Partikel abfiltriert, getrocknet und

gegebenenfalls calciniert werden. Ebenso können die erfindungsgemäßen Verbindungen in Systemen mit Kathoden eingesetzt werden, die aus Lithium-Mischoxid-Partikeln bestehen, die mit Alkalimetallverbindungen und Metalloxiden ein- oder mehrfach beschichtet sind (DE 100 14 884). Das

- 5 Verfahren zur Herstellung dieser Materialien ist dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel in einem organischen Lösungsmittel suspendiert werden, eine Alkalimetallsalzverbindung suspendiert in einem organischen Lösungsmittel zugegeben wird, Metalloxide gelöst in einem organischen Lösungsmittel zugegeben werden, die Suspension mit einer Hydrolyselösung versetzt wird
- 10 und anschließend die beschichteten Partikel abfiltriert, getrocknet und calciniert werden. Ebenso können die erfindungsgemäßen Verbindungen in Systemen eingesetzt werden, die Anodenmaterialien mit dotiertem Zinnoxid enthalten (DE 100 257 61). Dieses Anodenmaterial wird hergestellt indem
- a) eine Zinnchlorid-Lösung mit Harnstoff versetzt wird,
- 15 b) die Lösung mit Urotropin und einer geeigneten Dotierverbindung versetzt wird,
- c) das so erhaltene Sol in Petrolether emulgiert wird,
- d) das erhaltene Gel gewaschen und das Lösungsmittel abgesaugt sowie
- e) das Gel getrocknet und getempert wird.
- 20 Ebenso können die erfindungsgemäßen Verbindungen in Systemen eingesetzt werden, die Anodenmaterialien mit reduziertem Zinnoxid enthalten (DE 100 257 62). Dieses Anodenmaterial wird hergestellt indem
- a) eine Zinnchlorid-Lösung mit Harnstoff versetzt wird,
- b) die Lösung mit Urotropin versetzt wird,
- 25 c) das so erhaltene Sol in Petrolether emulgiert wird,
- d) das erhaltene Gel gewaschen und das Lösungsmittel abgesaugt wird,
- e) das Gel getrocknet und getempert wird und
- f) das erhaltene  $\text{SnO}_2$  in einem begasbaren Ofen einem reduzierendem Gasstrom ausgesetzt wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Beispielen erläutert. Diese Beispiele dienen lediglich der Erläuterung der Erfindung und schränken den allgemeinen Erfindungsgedanken nicht ein.

## 5 Beispiele

### Beispiel 1:

Synthese von Di-Lithium Perfluoro-1,2-bis(diethyltrifluorophosphato)ethan

10

Zu 0,44 g (16,9 mmol) LiF in einem PFA Gefäß wurden unter Trockengasatmosphäre 9,50 g einer Lösungsmittelmischung (Ethylencarbonat : Dimethylcarbonat : Diethylcarbonat = 2 : 2 : 1 Gewichtsverhältnis) und 3,50 g (4,9 mmol) Perfluoro-1,2-bis(diethyldifluoro-phosphorano)ethan bei Raumtemperatur hinzugefügt. Die Reaktionsmischung wurde bei Raumtemperatur drei Stunden gerührt bis die gesamte Menge an Perfluoro-1,2-bis(diethyldifluoro-phosphorano)ethan (Bodensatz) aufgelöst war. Der Überschuß LiF wurde abfiltriert und die Lösung (Elektrolyt), die 3,75 g Di-Lithium perfluoro-1,2-bis(diethyltrifluorophosphato)ethan (entsprechend einer Salzkonzentration in der Elektrolytlösung von 28,3 % oder 0,48 Mol/l) enthielt durch NMR  $^{19}\text{F}$  und  $^{31}\text{P}$  Spektren untersucht. Die Spektren wurden hierzu für saubere Elektrolyte in einer FEP-Röhre ohne Verdünnung mit einem anderen Lösungsmittel unter Verwendung einer speziellen Technik ( $\text{CD}_3\text{COCD}_3$  Film) gemessen.  $\text{CCl}_3\text{F}$  diente als externe Referenz in dem Film. Die Frequenz von 566,22 Hz von 85%  $\text{H}_3\text{PO}_4$  als  $^{31}\text{P}$  Referenz in Aceton- $\text{d}_6$  wurde separat experimentell bestimmt. Beide NMR  $^{19}\text{F}$  und  $^{31}\text{P}$  Spektren wurden mit einem Bruker DRX 500 Spektrometer (470,6 MHz für  $^{19}\text{F}$  und 202,5 Mhz für  $^{31}\text{P}$ ) gemessen.

Die NMR  $^{19}\text{F}$  und  $^{31}\text{P}$  Spektren zeigen die Bildung unterschiedlicher Stereoisomere des Salzes Di-Lithium perfluoro-1,2-bis(diethyltrifluorophosphato)-ethan durch die Reaktion des Fluorid-Ions mit dem Phosphoratom

zwischen Perfluorethyllgruppen oder zwischen Perfluorethylgruppe und Perfluorethylen-brücke im Ausgangsmolekül Perfluoro-1,2-bis(diethyldifluorophosphorano)ethan.



5

Isomer A (ca. 67 %)

NMR  $^{19}\text{F}$ : -46,19 dm (2 F, 2 PF); -87,57 dm (4 F, 2 PF<sub>2</sub>); -82,28 m (6 F, 2 CF<sub>3</sub>);

10

-82,42 m (6 F, 2 CF<sub>3</sub>); -112,00 dm (4 F, 2 CF<sub>2</sub>); -115,13 dm (4 F, 2 CF<sub>2</sub>); -116,25 dm (4 F, 2 CF<sub>2</sub>);

$J^1_{\text{P,F}} = 927 \text{ Hz}$ ;  $J^1_{\text{P,F}} = 922 \text{ Hz}$ ;  $J^2_{\text{P,F}} = 105 \text{ Hz}$ ;  $J^2_{\text{P,F}} = 74 \text{ Hz}$ ;  $J^2_{\text{P,F}} = 77 \text{ Hz}$ .

NMR  $^{31}\text{P}$ : -144,7 qm

15

Isomer B (ca. 33 %)

NMR  $^{19}\text{F}$ : -43,39 dm (2 F, 2 PF); -87,73 dm (4 F, 2 PF<sub>2</sub>); -80,39 m (12 F, 4 CF<sub>3</sub>); -110,55 dm (4 F, 2 CF<sub>2</sub>); -115,70 dm (8 F, 4 CF<sub>2</sub>);

20

$J^1_{\text{P,F}} = 860 \text{ Hz}$ ;  $J^1_{\text{P,F}} = 930 \text{ Hz}$ .

NMR  $^{31}\text{P}$ : -144,8 qm

Beispiel 2:

25

Synthese eines Gemisches aus Di-Lithium Perfluoro-1,2-bis(diethyltrifluorophosphato)ethan und Lithium Tris(pentafluoroethyl)trifluorophosphat

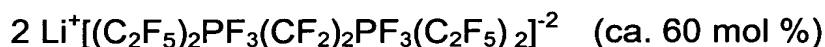
Zu 0,46 g (17,7 mmol) LiF in einem PFA Gefäß wurden unter

30

Trockengasatmosphäre 9,27 g einer Lösungsmittelmischung (Ethylencarbonat : Dimethylcarbonat : Diethylcarbonat = 2 : 2 : 1 Gewichtsverhältnis) und 3,39 g

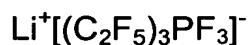
eines Gemisches aus Perfluoro-1,2-bis(diethyldifluorophosphorano)ethan (ca. 60 Mol%) und Tris(pentafluoroethyl)difluorophosphoran (ca. 40 Mol%) [Dieses Gemisch wurde durch die elektrochemische Fluorierung von 1,2-bis(diethylphosphino)ethan hergestellt und ohne Trennung weiterverwendet] bei

- 5 Raumtemperatur hinzugefügt. Die Reaktionsmischung wurde bei Raumtemperatur drei Stunden gerührt bis die gesamte Menge des perfluorierten Edukts (Bodensatz) aufgelöst war. Der Überschuß LiF wurde abfiltriert und die Lösung (Elektrolyt), die 2,60 g Di-Lithium perfluoro-1,2-bis(diethyltrifluorophosphato)ethan (entsprechend einer Salzkonzentration in der
- 10 Elektrolytlösung von 0,34 Mol/l) und 1,02 g Lithium tris(pentafluoroethyl)trifluorophosphat (entsprechend einer Salzkonzentration in der Elektrolytlösung von 0,23 Mol/l) enthielt durch NMR  $^{19}\text{F}$  und  $^{31}\text{P}$  Spektren untersucht. Die Gesamtkonzentration des Salzes in der Elektrolytlösung betrug 28,1 %. Die Spektren wurden hierzu wie unter Beispiel
- 15 1 aufgeführt gemessen und belegen die Anwesenheit beider Salze in der Lösung.



NMR  $^{31}\text{P}$ : -144,7 qm

20



NMR  $^{31}\text{P}$ : -150,3 qm

25

Beispiel 3:

Synthese von Di(tetraethylammonium)perfluoro-1,2-bis(diethyltrifluorophosphato)ethan

30



Die Synthese von Di(tetraethylammonium)perfluoro-1,2-bis(diethyltrifluorophosphato)-ethan erfolgte analog zur in Beispiel 1 aufgeführten Synthese, wobei anstatt LiF wasserfreies Tetraethylammoniumfluorid verwendet wird.

<sup>19</sup>F und <sup>31</sup>P Spektren NMR-Untersuchungen zeigen ausschließlich Signale, die dem Anion zugeordnet werden können (siehe Beispiel 1).

#### Beispiel 4

10 Oxidationsstabilität des Perfluoro-1,2-bis(diethyltrifluorophosphato)ethan-Anions

In einer Meßzelle mit Platinarbeitselektrode, Lithiumgegenelektrode und Lithiumreferenzelektrode wurden jeweils 5 Zyklovoltammogramme

15 hintereinander aufgenommen. Hierzu wurde ausgehend vom Ruhepotential das Potential zuerst mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 10 mV/s auf 6 V gegen Li/Li<sup>+</sup> erhöht und im weiteren Verlauf zurück auf das Ruhepotential gefahren.

Elektrolyt: 0,5 mol/kgLm Dilithium perfluoro-1,2-bis(diethyltrifluorophosphato)-ethan in EC/DMC (1:1, Ethylencarbonat/Dimethylcarbonat). Das  
20 Oxidationspotential konnte zu >5 V gegen Li/Li<sup>+</sup> bestimmt werden (siehe hierzu  
Abbildung 1).

#### **Zeichnungen**

25

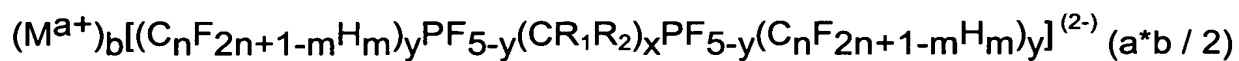
Abbildung 1

Die Abbildung 1 gibt die Ergebnisse der in Beispiel 4 genannten Messzelle wieder, mit der Zyklovoltammogramme unter den in diesem Beispiel  
30 genannten Bedingungen mit Di-Lithium perfluoro-1,2-bis(diethyltrifluorophosphato)ethan als Leisalz aufgenommen wurden.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Fluoralkylphosphat-Salze der allgemeinen Formel (I),

5



(I)

worin

10



$M^{a+}$  ein einwertiges, zweiwertiges oder dreiwertiges Kation,

$a = 1, 2$  oder  $3$ ,

15

$b = 2$  für  $a = 1$ ,

$b = 2$  für  $a = 3$ ,

$b = 1$  für  $a = 2$

und jeweils

20



$1 \leq n \leq 8$ ,

$0 \leq m \leq 2$  für  $n = 1$  oder  $2$ ,

$0 \leq m \leq 4$  für  $3 \leq n \leq 8$ ,

25

$1 \leq x \leq 12$ ,

$0 \leq y \leq 2$ ,

wobei  $R_1$  und  $R_2$  jeweils identisch oder unterschiedlich sind und ausgewählt sind aus der Gruppe der Fluor-, Wasserstoff-, Alkyl-, Fluoralkyl und Perfluoralkylsubstituenten und,

5 wobei jeweils die Substituenten ( $C_nF_{2n+1-m}H_m$ ) identisch oder unterschiedlich sind.

2. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß das Kation  $M^{a+}$  ein Alkalimetall-Kation, vorzugsweise ein Lithium-,  
10 Natrium- oder Kalium-Kation, besonders bevorzugt ein Lithium-Kation ist.

3. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß das Kation  $M^{a+}$  ein Magnesium- oder Aluminium-Kation ist.

15 4. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß  $M^{a+}$  ein organisches Kation, vorzugsweise

ein Nitrosyl-Kation, ein Nitryl-Kation oder ein organisches Kation mit der  
allgemeinen Formel  $[N(R^7)_4]^+$ ,  $[P(R^7)_4]^+$ ,  $[P(N(R^7)_2)_4]^+$  oder  
20  $[C(N(R^7)_2)_3]^+$  ist, wobei die Reste  $R^7$ , jeweils gleich oder verschieden,  
für

H oder Alkyl ( $C_{1-10}$ ) stehen,

25 wobei gegebenenfalls H-Atome der Alkylkette durch Fluor oder einen  
gegebenenfalls Heteroatome aufweisenden aromatischen Rest oder  
einen vorzugsweise 5-6 gliedrigen Cycloalkylrest substituiert sein können,  
und/oder C-Atome der Alkylkette durch Heteroatome, vorzugsweise  
Sauerstoff, ausgetauscht sein können.

30

5. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß  $1 \leq o \leq 6$ ,  $1 \leq p \leq 2o+1$ ,  $1 \leq q \leq 2o+1$  sind und A jeweils einen gegebenenfalls Heteroatome aufweisenden aromatischen Rest oder einen vorzugsweise 5- oder 6-gliedrigen Cycloalkyl-Rest bedeutet.

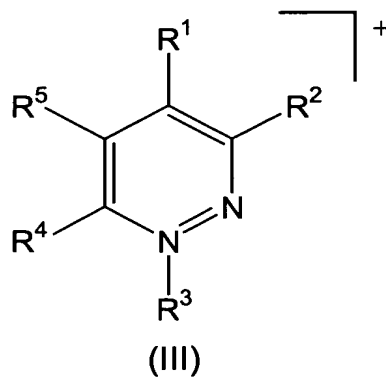
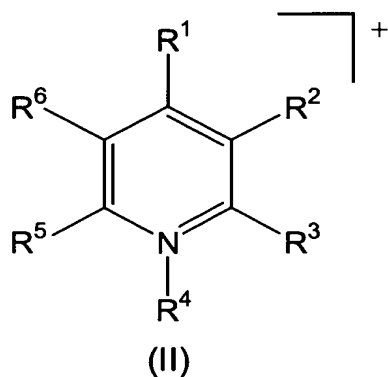
5

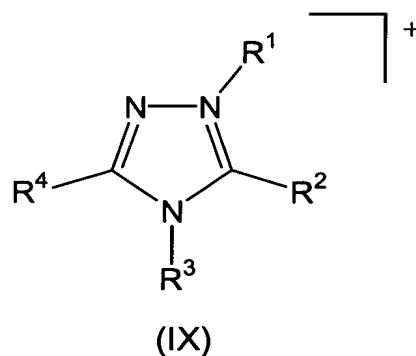
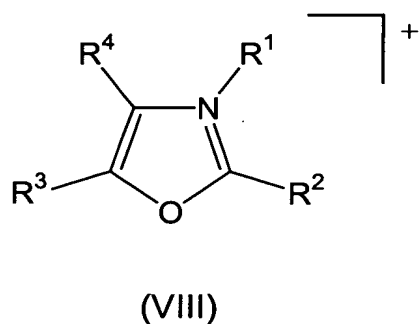
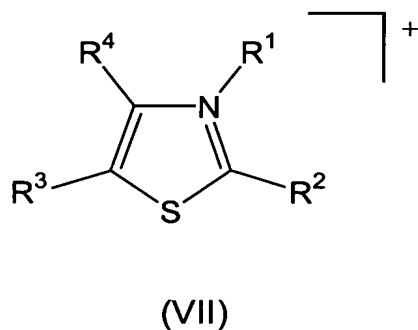
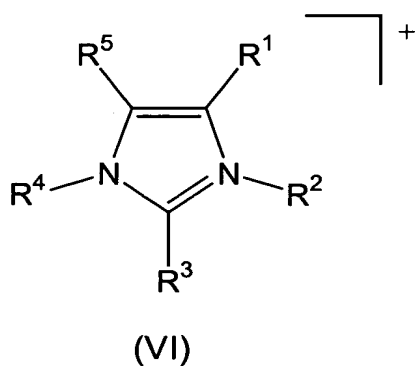
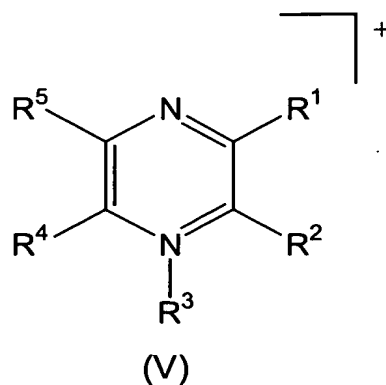
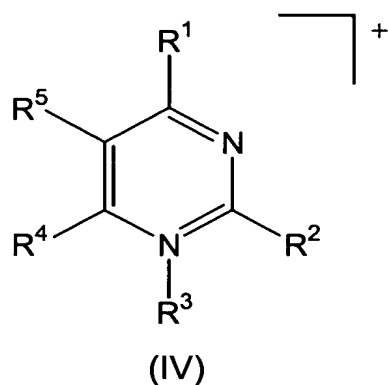
6. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß A jeweils einen 5- oder 6-gliedrigen, gegebenenfalls Stickstoff- und/oder Schwefel- und/oder Sauerstoffatome aufweisenden aromatischen Rest oder einen vorzugsweise 5- oder 6-gliedrigen Cycloalkyl-Rest, vorzugsweise einen Phenyl-Rest oder Pyridin-Rest bedeutet.

10

7. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  $M^{a+}$  ein heteroaromatisches Kation der allgemeinen Formel (II) bis (IX)

15





ist, worin die Reste  $R^1$  bis  $R^6$ , jeweils gleich oder verschieden, ggf.  
 5 auch zwei der Reste  $R^1$  bis  $R^6$  gemeinsam, einen H-Rest, einen  
 Halogen-Rest, vorzugsweise einen Fluor-Rest, oder einen  $C_{1-8}$ -Alkyl-  
 Rest bedeuten, der gegebenenfalls mit

F, Cl, N(C<sub>r</sub>F<sub>(2r+1-s)</sub>H<sub>s</sub>)<sub>2</sub>, O(C<sub>r</sub>F<sub>(2r+1-s)</sub>H<sub>s</sub>), SO<sub>2</sub>(C<sub>r</sub>F<sub>(2r+1-s)</sub>H<sub>s</sub>) oder C<sub>r</sub>F<sub>(2r+1-s)</sub>H<sub>s</sub> substituiert sein kann, worin  $1 \leq r \leq 6$  und  $0 \leq s \leq 2r+1$  bedeuten,

5 wobei die Reste R<sup>1</sup> bis R<sup>6</sup> keine Halogene sein können, wenn die Reste R<sup>1</sup> bis R<sup>6</sup> direkt an Stickstoff gebunden sind.

8. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß  $1 \leq n \leq 6$ , vorzugsweise  $1 \leq n \leq 3$  ist.

10

9. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß  $1 \leq x \leq 8$ , vorzugsweise  $1 \leq x \leq 4$  ist.

10. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß  $m = 0$ .

15

11. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß  $y = 2$ .

12. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß R<sub>1</sub> und R<sub>2</sub> = Fluor sind.

20



13. Fluoralkylphosphat-Salze gemäß Anspruch 1:

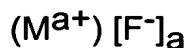
25 (Li<sup>+</sup>)<sub>2</sub>[(C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>PF<sub>3</sub>(CF<sub>2</sub>)<sub>2</sub>PF<sub>3</sub>(C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]<sup>(2-)</sup>

und

(N(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub><sup>+</sup>)<sub>2</sub>[(C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>PF<sub>3</sub>(CF<sub>2</sub>)<sub>2</sub>PF<sub>3</sub>(C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]<sup>(2-)</sup>

14. Verfahren zur Herstellung von Fluoralkylphosphat-Salzen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Fluoro- $\alpha,\omega$ -bis(alkylfluorophosphorano)alkan mit wenigstens einem Fluorid-Salz der allgemeinen Formel (X),

5



(X)

10

worin ( $M^{a+}$ ) und a die Bedeutung gemäß den Ansprüchen 1 bis 13 haben, in Lösung zu einem Fluoralkylphosphat-Salz der allgemeinen Formel (I) gemäß Anspruch 1 umgesetzt und dieses gegebenenfalls nach üblichen Methoden gereinigt und/oder isoliert wird.

15

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Fluoro- $\alpha,\omega$ -bis(alkylfluorophosphorano)alkan wenigstens eine Verbindung der allgemeinen Formel (XI),



20

(XI)

worin

25

$1 \leq n \leq 8$ ,  $0 \leq m \leq 2$  für  $n = 1$  oder  $2$ ,  $0 \leq m \leq 4$  für  $3 \leq n \leq 8$ ,  $1 \leq x \leq 12$ ,  $0 \leq y \leq 2$ ,

wobei  $R_1$  und  $R_2$  identisch oder unterschiedlich sind und ausgewählt sind aus der Gruppe der Fluor-, Wasserstoff-, Alkyl-, Fluoralkyl und Perfluoralkylsubstituenten, und

30

wobei jeweils die Substituenten ( $C_nF_{2n+1-m}H_m$ ) identisch oder unterschiedlich sind,

eingesetzt wird.

5

16. Verfahren gemäß Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung der allgemeinen Formel (X) gemäß Anspruch 14 in einem bis zu 10fachen, vorzugsweise bis zu einem 5fachen, besonders bevorzugt in einem bis zu 2fachen Überschuß, bezogen auf die Menge an Fluoro- $\alpha,\omega$ -bis(alkylfluorophosphorano)alkan(en), eingesetzt wird.

10



17. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Umsetzung mit der Verbindung der allgemeinen Formel (X) gemäß Anspruch 14 bei einer Temperatur von -35 bis +80 °C, vorzugsweise -20 bis +50 °C, besonders bevorzugt bei -10 bis 25 °C erfolgt.

15

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß als Lösungsmittel organische Carbonate, vorzugsweise Ethylencarbonat, Propylencarbonat, Butylencarbonat, Dimethylcarbonat, Diethylcarbonat, Ethylmethylcarbonat oder Methylpropylcarbonat, organische Ester, vorzugsweise Methylformiat, Ethylformiat, Methylacetat, Ethylacetat, Methylpropionat, Ethylpropionat, Methylbutyrat, Ethylbutyrat,  $\gamma$ -Butyrolacton, organische Ether, vorzugsweise Diethylether, Dimethoxyethan, Diethoxyethan, organische Amide, vorzugsweise Dimethylformamid oder Dimethylacetamid, schwefelhaltige Lösungsmittel, vorzugsweise Dimethylsulfoxid, Dimethylsulfid, Diethylsulfid oder Propansulfon, aprotische Lösungsmittel, vorzugsweise Acetonitril, Acrylnitril, Propionitril oder Aceton, oder zumindest teilweise fluoriierte Derivate der vorstehend genannten Lösungsmittel oder

20



25

30



Gemische aus wenigstens zwei dieser Lösungsmittel und/oder fluorierten Derivaten dieser Lösungsmittel eingesetzt wird.

19. Gemisch enthaltend

5

- a) wenigstens ein Fluoralkylphosphat-Salz der allgemeinen Formel  
(I) gemäß den Ansprüchen 1 bis 13

und

10

- b) wenigstens ein Polymeres.

20. Gemisch gemäß Anspruch 19 dadurch gekennzeichnet, daß es 5 bis 90 Gew.-% der Komponente a) und 95 bis 5 Gew.-% der Komponente b),  
vorzugsweise 10 bis 80 Gew.-% der Komponente a) und 90 bis 20 Gew.-% der Komponente b), jeweils bezogen auf die Summe der Komponenten a) und b), enthält.

15

21. Gemisch gemäß Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponente b) ein Homopolymeres oder Copolymeres von Acrylnitril, Vinylidendifluorid, Methylmethacrylat, Tetrahydrofuran, Ethylenoxid, Siloxan, Phosphazen oder eine Mischung aus wenigstens zwei der vorstehend genannten Homopolymeren und/oder Copolymeren ist.

20

25

22. Gemisch gemäß Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponente b) ein Homopolymeres oder Copolymeres von Vinylidendifluorid, Acrylnitril, Methylmethacrylat, Tetrahydrofuran, vorzugsweise ein Homopolymeres oder Copolymeres von Vinylidendifluorid ist.

30

23. Gemisch gemäß einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymere zumindest teilweise vernetzt ist.

5 24. Gemisch gemäß einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß es zusätzlich wenigstens ein Lösungsmittel enthält.

10 25. Gemisch gemäß Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß als Lösungsmittel organische Carbonate, vorzugsweise Ethylencarbonat, Propylencarbonat, Butylencarbonat, Dimethylcarbonat, Diethylcarbonat, Ethylmethylcarbonat oder Methylpropylcarbonat, organische Ester, vorzugsweise Methylformiat, Ethylformiat, Methylacetat, Ethylacetat, Methylpropionat, Ethylpropionat, Methylbutyrat, Ethylbutyrat,  $\gamma$ -Butyrolacton, organische Ether, vorzugsweise Diethylether, 15 Dimethoxyethan, Diethoxyethan, organische Amide, vorzugsweise Dimethylformamid oder Dimethylacetamid, schwefelhaltige Lösungsmittel, vorzugsweise Dimethylsulfoxid, Dimethylsulfid, Diethylsulfid oder Propansulfon, aprotische Lösungsmittel, vorzugsweise Acetonitril, Acrylnitril oder Aceton, oder zumindest teilweise fluorierte 20 Derivate der vorstehend genannten Lösungsmittel oder Gemische aus wenigstens zwei dieser Lösungsmittel und/oder fluorierten Derivaten dieser Lösungsmittel vorliegen.

25 26. Verwendung wenigstens eines Fluoralkylphosphat-Salzes gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 oder wenigstens eines Gemisches gemäß einem der Ansprüche 19 bis 25 in Elektrolyten, primären Batterien, sekundären Batterien, Kondensatoren, Superkondensatoren oder galvanischen Zellen, gegebenenfalls auch in Kombination mit weiteren Leitsalzen und/oder Zusatzstoffen.

30

27. Elektrolyte enthaltend wenigstens ein Fluoralkylphosphat-Salz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 oder wenigstens ein Gemisch gemäß einem der Ansprüche 19 bis 25.

5      28. Elektrolyte gemäß Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentration des/der Fluoralkylphosphat-Salze(s) in dem Elektrolyten 0,01 bis 3 mol/l, vorzugsweise 0,01 bis 2 mol/l, besonders bevorzugt 0,1 bis 1,5 mol/l beträgt.

10      29. Primäre Batterien enthaltend wenigstens ein Fluoralkylphosphat-Salzes gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 oder wenigstens ein Gemisch gemäß einem der Ansprüche 19 bis 25.

15      30. Sekundäre Batterien enthaltend wenigstens ein Fluoralkylphosphat-Salz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 oder wenigstens ein Gemisch gemäß einem der Ansprüche 19 bis 25.

20      31. Kondensatoren enthaltend wenigstens ein Fluoralkylphosphat-Salz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 oder wenigstens ein Gemisch gemäß einem der Ansprüche 19 bis 25.

25      32. Superkondensatoren enthaltend wenigstens ein Fluoralkylphosphat-Salze gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 oder wenigstens ein Gemisch gemäß einem der Ansprüche 19 bis 25.

30      33. Galvanische Zellen enthaltend wenigstens ein Fluoralkylphosphat-Salz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 oder wenigstens ein Gemisch gemäß einem der Ansprüche 19 bis 25.

## **Z u s a m m e n f a s s u n g**

Die vorliegende Erfindung betrifft Fluoralkylphosphat-Salze sowie Verfahren zu ihrer Herstellung. Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung solche  
5 Gemische, die die erfindungsgemäßen Fluoralkylphosphat-Salze enthalten sowie die Verwendung dieser Salze bzw. dieser Gemische in Elektrolyten, primären Batterien, sekundären Batterien, Kondensatoren, Superkondensatoren oder galvanischen Zellen.

24.00.01



1/1

